COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1882.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dumas communique à l'Académie les résultats des travaux du *Comité international des Poids et Mesures* pendant sa session de 1882 :

« Le Comité international des Poids et Mesures, qui relève des dix-neuf États signataires de la Convention du Mètre de 1875, vient de clore sa session annuelle réglementaire à Paris.

» Le Comité a d'abord étudié dans plusieurs séances toutes les questions scientifiques et administratives qui rentrent dans ses attributions. Il a reçu communication d'une dépêche du Gouvernement français annonçant qu'un marché vient d'être passé par l'Administration française avec la maison Matthey et Cie, de Londres, pour la fourniture des règles et des cylindres en platine iridié, destinés à devenir des mètres et des kilogrammes pour tous les États contractants. Il a ensuite entendu les rapports des deux Commissions nommées l'an dernier pour la comparaison directe, avec le mètre et le kilogramme déposés aux Archives de France, d'un mètre et d'un kilogramme nouvellement fabriqués. Ces deux Commissions mixtes étaient composées par moitié de membres de la Section française et de membres du Comité international ; elles devaient déterminer l'équation de ces deux

prototypes, construits avec la nouvelle matière adoptée, par rapport aux anciens étalons français fabriqués en platine à l'époque de la fondation du système métrique décimal. Les résultats obtenus sont on ne peut plus satisfaisants : la longueur du nouveau mètre à traits en platine iridié, à zéro degré, a été trouvée égale, à $\frac{6}{1000}$ de millimètre près, à celle du mètre à bouts des Archives à la même température; le poids du nouveau kilogramme est le même que celui du kilogramme des Archives, à moins de $\frac{1}{100}$ de milligramme près. Cette valeur et celle de la distance entre les traits délimitatifs du nouveau mètre, diminuée de $\frac{6}{1000}$ de millimètre, ont été adoptées à l'unanimité par le Comité international, dans sa dernière séance, comme valeur provisoire du kilogramme et du mètre pour les travaux du Bureau international de Breteuil, jusqu'au sanctionnement par la Conférence des prototypes à construire pour les différentes nations associées. Cette résolution marque une étape importante dans la marche scientifique des opérations du Bureau international des Poids et Mesures, fondé à frais communs par les Gouvernements intéressés.

» En somme, cette session du Comité international fait entrevoir la prochaine et heureuse issue des efforts que les Gouvernements et les Savants des États contractants ont voués au développement et à la propagation universelle du système métrique, basé désormais sur des prototypes uniformes et inaltérables. »

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle théorie du Soleil, par le Dr C.-W. Siemens.* Note de M. Faye.

« Il paraît que cette théorie a vivement frappé nos physiciens, car, à peine a-t-elle paru à Londres, qu'elle a été traduite et publiée en France sous diverses formes, et en particulier dans le dernier numéro des *Annales de Chimie et de Physique*. Je suppose que cet empressement avait principalement pour objet l'annonce d'expériences nouvelles qui ont été instituées par l'auteur sur l'action chimique de la lumière. On sait que, sous l'action de la lumière *et avec l'intervention de la chlorophylle des végétaux*, la vapeur d'eau et l'acide carbonique sont décomposés à la température ordinaire et ramenés à la forme combustible, charbon et hydrogène diversement associés. M. Siemens a cherché si la seule action de la lumière du Soleil ne produirait pas cette décomposition quand on lui soumet, sans autre intermédiaire, la vapeur d'eau et le gaz carbonique excessivement raréfiés, ramenés, par exemple, au vide de $\frac{1}{1800}$. Ses expériences, auxquelles

il ne manque, à mon avis, qu'une contre-épreuve facile à instituer, auraient donné des résultats tout à fait affirmatifs. Ainsi, les gaz brûlés ayant été amenés à une raréfaction telle qu'ils ne livraient plus passage à l'étincelle d'induction, il a suffi de quelques heures d'exposition à la lumière du Soleil pour que le mélange laissât passer cette étincelle avec la coloration bien connue qu'elle prend dans les milieux hydrocarburés [1].

» Considérant ces belles expériences comme décisives, M. Siemens a été conduit à se demander si ce phénomène ne jouerait pas, dans l'univers, un rôle plus considérable encore que dans la vie végétative. En supposant l'espace rempli de gaz analogues, déjà brûlés, la lumière du Soleil revivifierait les combustibles hydrogène et carbone, lesquels seraient tout prêts à fournir l'aliment d'une combustion nouvelle.

» En les ramenant à lui et en les brûlant de nouveau, le Soleil récupérerait une bonne partie de la chaleur énorme qu'on est affligé de lui voir rayonner en pure perte dans les espaces célestes.

» M. Siemens est conduit ainsi à émettre l'hypothèse suivante : L'espace serait rempli de gaz brûlés, vapeur d'eau et acide carbonique, mêlés à des gaz inertes, azote, etc., à peu près comme ceux de notre atmosphère, à $\frac{1}{2000}$ de pression. Ces gaz seraient partiellement transformés en combustibles sous l'action de la lumière solaire; puis, par un mécanisme semblable au ventilateur d'une soufflerie, le Soleil les ramènerait à lui, les brûlerait et les renverrait dans l'espace. Cette immense source de chaleur se raviverait continuellement; la seule partie perdue de son rayonnement serait celle qui ne serait pas absorbée par le milieu cosmique de $\frac{1}{2000}$ de densité.

» Il est bien vrai que de l'air à $\frac{1}{2000}$ serait, pour le physicien, un vide presque absolu, au point que, dans ce vide-là, l'étincelle électrique ne saurait plus passer. Mais, pour l'astronome, un pareil milieu serait bien grossier. Lorsqu'on parle en Astronomie de la résistance d'un milieu ou de l'éther, et qu'à l'aide des observations les plus délicates, des calculs les plus profonds, on cherche des traces de cette résistance, il s'agit de tout autre chose.

» Sans entrer dans ces discussions, je rappellerai que la trajectoire d'un boulet de canon, animé de 500^{m} de vitesse, est déjà assez altérée au bout de quelques secondes pour que les artilleurs soient forcés de tenir compte de la résistance de l'air dans leurs Tables de tir.

---

(1) Le vide fait dans une cloche où l'on a introduit au préalable une goutte d'essence de térébenthine, par exemple.

» Si l'air est réduit au $\frac{1}{2000}$, mais que la vitesse du projectile devienne celle des mouvements célestes, 60 fois plus grande par exemple, ces grossiers effets deviendront, pour une foule de projectiles célestes de dimensions comparables à nos boulets, deux fois plus grands que dans nos champs de tir, non plus au bout de quelques années ou de quelques siècles, mais au bout de quelques secondes.

» En second lieu, il me paraît que le célèbre physicien anglais a un peu négligé d'examiner la quantité de matière qu'il ajoute au système solaire. Sous l'influence de l'attraction, cette matière irait s'unir aux astres préexistants, au Soleil surtout, et en augmenterait continuellement la masse. Rien de plus facile que de s'en faire une idée. Un litre d'air comprenant la dose voulue de vapeur d'eau pèse 1^{gr} au moins à la pression ordinaire. A la pression de $\frac{1}{2000}$, ce sera $0^{gr},0005$, et un mètre cube pèsera $0^{kg},0005$. Cela posé, en restreignant le système solaire à une sphère comprenant toutes les planètes jusqu'à Neptune, le poids de la matière rarissime ajoutée par l'hypothèse serait, en kilogrammes,

$$\frac{4}{3}\pi(6400000 \times 24000 \times 30)^3 \times 0^{kg},0005\ (^1).$$

» Le poids actuel du Soleil est, en kilogrammes, de

$$\frac{4}{3}\pi(64000000)^3 \times 5,6 \times 324000\ (^2).$$

» Le premier est 100000 fois plus grand que le second. C'est donc 100000 fois la masse du Soleil que l'hypothèse ajoute à celles dont la Mécanique céleste a tenu jusqu'ici un compte si minutieux.

» Il est peu probable que les astronomes adoptent de pareilles hypothèses. Sans doute ils seraient flattés de penser que la nature réserve au Soleil une ressource pour faire durer plus longtemps sa chaleur; mais, comme son refroidissement définitif est, en tout état de cause, une catastrophe encore bien éloignée, ils se consoleront en pensant que les choses de ce monde, même les plus belles, ne paraissent pas faites pour durer toujours.

» Quant aux expériences fondamentales de M. Siemens, elles ne per-

---

(1) Le premier nombre est le rayon de la Terre en mètres; le second, la distance de notre globe au Soleil en rayons terrestres; le troisième, la distance de Neptune en parties de la distance du Soleil.

(2) Le premier nombre est le rayon de la Terre en décimètres; le second, la densité moyenne de notre globe rapportée à celle de l'eau; le troisième, la masse du Soleil rapportée à celle de la Terre.

dront rien, à leurs yeux, de leur importance. Il s'agit de surprendre un secret de la nature vivante, une des lois du monde organique : ils feront des vœux pour que M. Siemens en poursuive le cours si brillamment commencé, bien qu'ils n'en espèrent pas, pour leurs études propres, une bien vive lumière. »

MÉCANIQUE. — *Du choc de deux sphères en ayant égard à leur degré d'élasticité et au frottement développé au contact.* Note de M. **H. Resal.**

« Je me propose, dans cette Note, de faire une nouvelle application de la formule générale que j'ai établie dans ma dernière Communication. Je supposerai que chacune des sphères est composée de couches concentriques homogènes, dont la densité peut varier de l'une à l'autre couche, et que les sphères sont libres.

» Je prendrai pour axe des x la droite qui joint les centres C, C' de la sphère choquante et de la sphère choquée, en plaçant l'origine en un point O situé au delà de C par rapport à C'.

» Les notations ci-après, relatives à la première, s'appliqueront à la seconde, en les affectant d'un accent quand il y aura lieu d'établir une distinction.

» Soient

R, M, $\frac{MR^2}{k}$ le rayon, la masse, le moment d'inertie par rapport à un diamètre de la sphère choquante;

f le coefficient du frottement développé au contact;

ε le coefficient dont doit être affectée la force vive due aux vitesses perdues dans deux corps après le choc;

et à un instant quelconque du choc,

χ, η, ζ les composantes parallèles à Ox, Oy, Oz de la vitesse du centre de gravité C;

n, p, q les composantes semblables de la rotation de M autour de ce point;

X la pression exercée par M sur M';

Y, Z les composantes suivant Oy et Oz du frottement auquel elle donne lieu;

v_y, v_z les composantes semblables de la vitesse de glissement v de M sur M'.

» Les éléments du mouvement qui se rapportent au commencement et à la fin du choc seront respectivement caractérisés par les indices 0 et 1.

» On peut faire abstraction des rotations n, n', qui n'interviennent pas dans la direction du frottement, ni dans l'équation des forces vives, puisqu'elles restent constantes pendant toute la durée du choc.

» On a

$$(1)\quad \begin{cases} M\dfrac{d\chi}{dt} = -X, & M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dp}{dt} = RZ; \\ M\dfrac{d\eta}{dt} = -Y, & M\dfrac{R^2}{k}\dfrac{dq}{dt} = -RY; \\ M\dfrac{d\zeta}{dt} = -Z; & \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} M'\dfrac{d\chi'}{dt} = X, & M'\dfrac{R'^2}{k'}\dfrac{dp'}{dt} = R'Z; \\ M'\dfrac{d\eta'}{dt} = Y, & M'\dfrac{R'^2}{k'}\dfrac{dq'}{dt} = -R'Y; \\ M'\dfrac{d\zeta'}{dt} = Z; & \end{cases}$$

$$(3)\quad v_y = \eta - \eta' + Rq + R'q', \quad v_z = \zeta - \zeta' - pR - p'R';$$

$$(4)\quad Y = fX\frac{v_y}{v}, \quad Z = fY\frac{v_z}{v}, \quad \text{d'où} \quad \frac{Y}{Z} = \frac{v_y}{v_z} = \frac{\eta - \eta' + Rq + R'q'}{\zeta - \zeta' - Rp - R'p'}$$

» En remplaçant dans la troisième des formules (4) le rapport $\frac{Y}{Z}$ par sa valeur résultant de la division de la seconde et de la troisième des formules (1), on trouve

$$(5)\quad \frac{d\eta}{\eta - \eta' + Rq + R'q'} = \frac{d\zeta}{\zeta - \zeta' - Rp - R'p'}.$$

» Des équations (1) et (2) on déduit facilement, par des éliminations de Y, Z suivies d'intégrations,

$$\eta' = \eta'_0 - \frac{M}{M'}(\eta - \eta_0), \quad Rq = Rq_0 + k(\eta - \eta_0), \quad R'q' = R'q'_0 + \frac{Mk'}{M'}(\eta - \eta_0),$$

$$\zeta' = \zeta_0 - \frac{M}{M'}(\zeta - \zeta_0), \quad Rp = Rp_0 - k(\zeta - \zeta_0), \quad R'p' = R'p'_0 - \frac{Mk'}{M'}(\zeta - \zeta_0);$$

en faisant la substitution de ces valeurs dans l'équation (5), on obtient la suivante :

$$\frac{d\eta}{\eta_0 - \eta'_0 + Rq_0 + R'q'_0 + \left(1 + k + \dfrac{Mk'}{M'}\right)(\eta - \eta_0)} = \frac{d\zeta}{\zeta_0 - \zeta'_0 - Rp_0 - R'p'_0 + \left(1 + k + \dfrac{Mk'}{M'}\right)(\zeta - \zeta_0)}.$$

» De son intégration résulte que le rapport des dénominateurs, ou $\frac{v_y}{v_z}$, reste constant. Ainsi, *pendant toute la durée du choc, la direction du frottement est constante et ne dépend que du mouvement relatif des deux corps à l'instant où le choc commence.* Ce théorème est dû à Coriolis, mais il l'a seulement démontré dans le cas de deux sphères identiques.

» En prenant maintenant un nouvel axe des y parallèle au frottement, il sera facile de déterminer en fonction de celles qui précèdent les valeurs de η_0, ζ_0, p_0, q_0, η'_0, ζ'_0, p'_0, q'_0 qui se rapportent à cet axe et sa perpendiculaire, valeurs que nous considérerons, par suite, comme connues.

» Comme nous avons maintenant $Z=0$, nous pourrons faire abstraction de ζ, ζ', p, p', puisqu'ils restent constants et qu'ils ne donneraient, par suite, aucun terme dans l'équation des forces vives. Nous ferons remarquer que la condition $v_z=0$ se réduit à la suivante :

$$\zeta_0-\zeta'_0=\mathrm{R}p_0+\mathrm{R}'p'_0.$$

» De ce qui reste des équations (1), (2), en y faisant $\mathrm{Y}=f\mathrm{X}$, on déduit, en les intégrant entre les limites de la durée du choc,

$$(6)\quad \left\{\begin{array}{ll} \mathrm{M}(\chi_1-\chi_0)=-\int \mathrm{X}\,dt, & \frac{\mathrm{MR}}{k}(q_1-q_0)=-f\int \mathrm{X}\,dt,\\ \mathrm{M}(\eta_1-\eta_0)=-f\int \mathrm{X}\,dt, & \frac{\mathrm{M'R'}}{k'}(q'_1-q'_0)=-f\int \mathrm{X}\,dt,\\ \mathrm{M}'(\chi'_1-\chi'_0)=\int \mathrm{X}\,dt, & \\ \mathrm{M}'(\eta'_1-\eta'_0)=f\int \mathrm{X}\,dt. & \end{array}\right.$$

» En prenant pour inconnue principale

$$(7)\quad \omega_1=\chi_0-\chi_1,$$

les équations précédentes donnent

$$(8)\quad \left\{\begin{array}{ll} \eta_0-\eta_1=f\omega_1, & q_0-q_1=\frac{fk}{\mathrm{R}}\omega_1,\\ \chi'_0-\chi'_1=-\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}\omega_1, & q'_0-q'_1=\frac{f\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}\frac{k'}{\mathrm{R}'}\omega_1,\\ \eta'_0-\eta'_1=-\frac{f\mathrm{M}}{\mathrm{M}'}\omega_1. & \end{array}\right.$$

» Au moyen de ces valeurs, et en se reportant au théorème de Kœnig, on trouve pour la force vive perdue par les deux corps à la fin du choc

$$(a)\quad \mathrm{M}\omega_1(\mathrm{A}-\mathrm{B}\omega_1),$$

en posant

$$(9)\quad \begin{cases} A = 2[\chi_0 - \chi'_0 + f(\eta_0 - \eta'_0 + Rq_0 + K'q'_0), \\ B = \left(1 + \frac{M}{M'}\right)(1 + f^2) + f^2\left(k + \frac{M}{M'}k'\right). \end{cases}$$

On trouve aussi pour la force vive due aux vitesses perdues, affectées du coefficient ε,

$$(b \qquad \varepsilon M B \omega_1^2.$$

Si w est la vitesse de glissement de M′ sur M à l'instant de la plus grande compression, on a, en ayant égard à la première des formules (6),

$$c) \qquad -2w\int X f dt = -2Mf\omega_1 w.$$

» L'expression (a) devant être égale à la somme des expressions (b) et (c), il vient

$$(10) \qquad A - B\omega_1 = \varepsilon B\omega_1 - 2fw.$$

Si l'on caractérise les éléments du mouvement à l'instant de la plus grande compression en supprimant l'indice 1, on a de même, en remarquant qu'il faut prendre ici $\varepsilon = 1$,

$$(10') \qquad A - B\omega = \varepsilon B\omega - 2fw.$$

De cette équation et de la précédente, on déduit

$$\omega_1 = \frac{2\omega}{1+\varepsilon};$$

mais on a $\chi' = \chi$, et la seconde des équations (8) donne

$$\chi'_0 - \chi = -\frac{M}{M'}\omega = -\frac{M}{M'}(\chi_0 - \chi),$$

d'où

$$\chi = \frac{\chi'_0 + \frac{M}{M'}\chi_0}{1 + \frac{M'}{M}},$$

$$\omega = \frac{\chi_0 - \chi'}{1 + \frac{M}{M'}},$$

et

$$(11 \qquad \omega_1 = \frac{2}{1+\varepsilon}\cdot\frac{\chi_0 - \chi'_0}{1 + \frac{M}{M'}},$$

valeur qui est la même que s'il n'y avait pas de frottement. Partant de là, on déterminera tous les éléments du mouvement après le choc au moyen des équations (7) et (8). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Objections d'ordre mécanique à la théorie actuelle de l'électricité*. Note de M. A. LEDIEU.

« I. L'introduction, dans la flotte, d'engins électriques puissants m'a conduit à rechercher une liaison entre la théorie de ces engins et celle que j'ai donnée des machines à feu, d'après la Thermodynamique expérimentale; mais je me suis tout de suite heurté à des difficultés inextricables, résultant des principes ayant cours dans la science actuelle de l'électricité. Du reste, de l'avis de la plupart des physiciens et plus encore des ingénieurs de la spécialité, cette science présente à l'esprit bien des idées confuses, surtout depuis ses dernières extensions.

» A son début, dans le premier quart de ce siècle, elle formait, avec l'hypothèse fondamentale de deux ou d'un seul fluide, un corps de doctrine fictif, mais parfaitement cohérent, aussi bien dans ses points de départ nettement définis, malgré l'obscurité de leur nature, que dans son contexte, qui comportait une *statique sui generis*.

» La découverte de la pile eut comme conséquence, vers 1820, la création de l'électricité *cinétique*, comprenant d'abord les lois des actions réciproques des courants sur les aimants et entre eux, et, quelques années plus tard, les lois de leur propagation. Ce nouveau faisceau de connaissances fut encore basé sur l'hypothèse d'un ou de deux fluides; mais il constitua une branche distincte de la précédente, avec une homogénéité propre, en raison de ses points de départ spéciaux et de sa mécanique particulière.

» Bientôt, on se proposa de fondre en une seule les deux théories *fictives* dont il s'agit; puis, sous l'empire des progrès de la Thermodynamique, on entreprit d'introduire la notion féconde et *réelle* d'énergie. Malheureusement, en effectuant ces combinaisons, on conserva les idées et les formules déjà acquises, au lieu de reprendre l'ensemble des questions sous un nouvel aspect. Dès lors, les deux mécaniques spécifiques mentionnées ci-dessus se trouvèrent mélangées tant entre elles qu'avec des principes de la vraie Mécanique. Il en est résulté une doctrine désormais hétérogène et exposée à mettre au jour d'incontestables contradictions dynamiques.

» II. Nos principales objections porteront sur la notion actuellement classique des forces électromotrices, soit partielles, soit totales, et sur celle

des courants électriques, quantités qui jouent un rôle capital et incessant dans la science en vue.

» La *force électromotrice partielle* s'entend de la force s'exerçant sur l'unité de masse électrique située en un point donné d'un champ de l'espèce, et résultant de toutes les actions du système électrique considéré sur cette masse. D'après une démonstration connue d'électricité *statique*, elle a pour expression $-\frac{dV}{dn}$, c'est-à-dire la dérivée en signe contraire du potentiel V, prise par rapport à la coordonnée *n* dirigée suivant la normale à la surface d'égal potentiel ou de niveau passant par le point précité; de plus, elle agit suivant cette même normale.

» D'autre part, en électricité *cinétique*, la loi de Ohm interprétée par M. Kirchhoff, en substituant l'idée de potentiel à celle de tension, se résume de la façon la plus générale dans l'équation différentielle

$$(1) \qquad di = -a\frac{dV}{dn}dS.$$

di représente ici la différentielle de l'intensité du courant à un moment voulu et en un point déterminé de son circuit complet supposé de conductibilité *a* audit point : c'est *par définition* la différentielle de la valeur *instantanée* de la quantité d'électricité qui traverse *normalement*, à chaque unité de temps, l'élément *d*S de la surface de niveau passant par le point donné.

» III. Il importe, dès l'abord, de remarquer que la définition précédente implique l'hypothèse notable que voici :

» (α) *Chacune des masses élémentaires électriques constituant le flux se meut toujours dans la direction même de la force électromotrice correspondante.*

» Or cette hypothèse exige, de par la Mécanique, que la matière pondérable du conducteur exerce sur le courant une résistance telle, qu'en supprimant l'action de la pile, chaque masse élémentaire du flux s'arrête, malgré son excessive vitesse, au bout d'un espace négligeable par rapport au plus petit des rayons de courbure de la trajectoire décrite par la masse considérée.

» Une pareille déduction est acceptable; car l'expérience montre que les courants modifient à la longue l'agrégation de la matière des conducteurs, et que, d'ailleurs, ils l'échauffent, c'est-à-dire augmentent sa force vive vibratoire, quand ils la traversent sans s'écouler totalement en dehors. Or de pareils effets indiquent bien une action relativement considérable entre le flux électrique et la matière en question. Mais nous verrons (§ VI)

que cette même action est laissée de côté, ou au moins prise en considération d'une manière très incorrecte, dans le calcul de l'*énergie* des courants.

» IV. Auparavant, nous allons examiner diverses conséquences de l'équation (1) dans la supposition, jusqu'ici demeurée libre, de la *constance* respective du flux en chaque endroit du circuit.

» En pareille conjecture, on prouve que le fluide électrique possède partout, à l'intérieur du conducteur, la densité normale qui constitue l'état neutre, eu égard à la substance de ce conducteur. Cette conclusion se concilie avec l'hypothèse de deux électricités; car il suffit alors de regarder les deux fluides comme se trouvant sans cesse en même quantité dans chaque élément de volume, et comme se mouvant en deux courants égaux et de directions opposées. Mais, dans l'hypothèse d'un seul fluide, la plus probable aujourd'hui, là conclusion qui nous occupe oblige à admettre que la quantité normale d'électricité, incessamment contenue dans chaque élément de volume du conducteur, subit d'incessantes décompositions et recompositions analogues à celles qu'indique la loi de Grotthuss. Cette nécessité, soit dit en passant, n'est signalée dans aucun ouvrage. Il semble entendu, plus ou moins explicitement, que le fluide en mouvement est du fluide à l'état neutre. Or ceci ne saurait être, puisque la *masse électrique* de toute portion d'un pareil fluide est nulle, et, par suite, ne peut ressentir l'action de la force électromotrice.

» La conclusion précitée a encore pour conséquence que : les masses électriques qui donnent lieu au potentiel doivent tout au plus venir affleurer la *surface* du conducteur. Il faut donc qu'elles soient réparties dans la matière isolante ou dans la couche d'air qui recouvre cette surface. Cependant la revue de toutes les expériences qui seraient de nature à constater le fait conduit à des résultats peu ou point probants; elle met donc en évidence une première contradiction.

» V. La supposition de la *constance* du courant en chaque point du circuit entraîne, d'après l'équation (1), la condition

$$(2) \qquad \frac{dV}{dn} = \textit{une constante propre à chaque point.}$$

» Or, V étant aussi fonction des coordonnées des masses électriques actionnantes, cette relation exige ou qu'il y ait immobilité de ces masses, malgré la réaction qu'elles subissent nécessairement de la part du flux actionné, ou qu'il se produise des compensations déterminées dans leurs

déplacements. Mais l'un ou l'autre de ces corollaires étant inadmissible, il suit de là une deuxième contradiction.

» A l'hypothèse précitée de la *constance* du courant, joignons maintenant celle d'un conducteur homogène ou non, mais de forme allongée et de très petites sections relativement à sa longueur, et ajoutons-y la supposition d'un *isolement complet* de ce conducteur, empêchant toute déperdition extérieure d'électricité. Il est admis comme rationnel (quoique ce soit loin d'être évident) que le flux se meut alors normalement aux sections *droites* du conducteur et que, par suite, ces sections deviennent des surfaces de niveau. En pareil cas, si l'on ajoute aux diverses conditions précédentes celle d'une *égale* intensité du courant sur tout son circuit, les équations (1) et (2) conduisent à la formule bien connue

$$i = \frac{e}{r}. \tag{3}$$

e s'appelle ici *force électromotrice totale* de la portion de circuit considérée. Son expression la plus générale est $-\sum \int \frac{dV}{dn}\, dn$, et convient non seulement au cas d'un conducteur hétérogène, mais encore au cas où il existe des chutes brusques du potentiel en divers endroits de ladite portion.

r, de son côté, constitue la *résistance* afférente à cette même portion, et sa valeur peut se représenter par $\sum \int \frac{dn}{a \times S}$.

» Avec les définitions précédentes, la formule (3) est, à la rigueur, logiquement applicable au circuit *complet* d'une pile formée de couples de Volta dont les extrêmes sont réunis par un long fil. Mais il n'en est plus de même pour les piles à liquide; et ce n'est que par empirisme qu'on emploie alors la formule en question, et non comme une conséquence *permise* de la loi de Ohm. Aussi la fraction de r afférente à l'intérieur de la pile cesse présentement d'avoir une signification nette, ainsi du reste que la force électromotrice concernant cet intérieur. Enfin l'étude de cette même force oblige de recourir à la loi expérimentale de Joule, et se trouve par suite entachée des erreurs de principe, que nous allons relever dans la démonstration *a posteriori* de cette loi.

VI. Pour la démonstration dont il s'agit, on part du travail élémentaire d^2W produit dans le temps dt, par les forces agissant sur chaque élément dq de masse électrique du courant; et l'on écrit

$$d^2W = -dq\left(\frac{dV}{dn}\right)dn = -dq\, dV. \tag{4}$$

» Nous constatons là une répétition de la deuxième contradiction spécifiée au § V; car, en posant $\left(\frac{dV}{dn}\right) dn = dV$, on admet encore que les coordonnées des masses électriques actionnantes demeurent immobiles. Toutefois, on reste ainsi conséquent avec les prémisses.

» Mais il surgit une objection plus capitale encore. Et effectivement, reportons-nous à la déduction de l'hypothèse (α), sur laquelle nous avons annoncé (§ III) devoir revenir.

» D'après cette déduction, l'équation (4) devrait comprendre, outre le travail provenant de la force électromotrice, le travail dû aux actions de la matière pondérable sur les masses électriques du courant. On opposera peut-être à notre objection qu'il est tenu compte de ces actions dans le terme r de l'intensité $i = \frac{e}{r}$ du courant, intensité dont on se sert pour passer de ladite équation à la formule de Joule $W = iet$. Mais ce terme deviendrait de la sorte un coefficient absolument empirique, destiné à rectifier après coup la relation en litige et à faire cadrer les défaillances du raisonnement avec les résultats de l'expérience. »

M. E. Cosson fait hommage à l'Académie de la première livraison des « *Illustrationes floræ atlanticæ* (*Pl.* 1 à 25) », qu'il vient de publier.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Roux, Mme de Bompar, M. J. Soussial, M. B.-V. Chinode adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la livraison de novembre 1881 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient la suite de la Bibliographie néerlandaise des Ouvrages dont les auteurs sont nés aux XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles, sur les Sciences mathématiques et physiques, par M. *Bierens de Haan*, et un article « Sur l'histoire des Sciences naturelles chez les Arabes; poids spécifiques; » par M. *Eilardo Wiedemann;* traduction italienne de M. *A. Sparagna*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la grande comète (Cruls), faites à l'Observatoire de Marseille;* par M. **Borrelly**. (Transmises par M. Stephan.)

Dates. 1882.	Heures des observations (temps moyen de Marseille).	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Sept. 30.....	17.33.58	10.41.31,57	96.52.57,0	$-\bar{1}$,6060	−0,8035	*a*
Octob. 1.....	17.22.13	10.39.38,85	97.22.18,1	$-\bar{1}$,6106	−0,8039	*b*
3.....	17.20.43	10.36. 8,08	98.19.21,4	$-\bar{1}$,6045	−0,8077	*c*
6.....	16.55.16	10.31.24,13	99.41.14,1	$-\bar{1}$,6132	−0,8079	*c*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1882,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	3603 B.A.C.................	10.25. 4,52	97. 1.58,0	Cat. B.A.C.
b	620 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.35.57,34	97.26.22,4	Cat. Weisse.
c	629 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.36.32,39	98. 6.40,4	Cat. Weisse.
d	515 Weisse (*A. C.*) H. X........	10.30.25,17	99.58.15,5	Cat. Weisse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes sur les fonctions d'un point analytique.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« I. Soit $F(x, y) = 0$ une équation algébrique entre x et y, et $Z(\xi, \eta)$ l'intégrale abélienne normale de seconde espèce qui a pour pôle le point analytique (ξ, η). Considérons la surface de Riemann correspondante et, sur l'un des feuillets, traçons une courbe fermée limite complète C qui ne comprenne dans son intérieur aucun point de ramification. La surface de Riemann est, de cette façon, séparée en deux parties : la première constituée par les points intérieurs, la seconde par les points extérieurs à cette courbe.

» Soit $f(x, y)$ une fonction du point analytique (x, y) uniforme à l'*extérieur* de la courbe C et régulière en tous les points de la surface de Riemann, situés en dehors de cette courbe. Désignons par (x, y), (x_0, y_0) deux points analytiques situés en dehors de la courbe C, le point (x_0, y_0) étant la limite inférieure de l'intégrale $Z(\xi, \eta)$. On a alors la relation fondamentale

$$(1) \qquad f(x, y) = f(x_0, y_0) + \frac{1}{2\pi i}\int_C Z(\xi, \eta)\, f(\xi, \eta)\, d\xi,$$

où l'intégration est étendue à la suite des points analytiques (ξ, η) qui constituent la courbe C.

» Ce théorème est analogue au théorème suivant, qui n'est qu'une légère modification d'un théorème bien connu : *Soit une fonction $f(x)$ d'une variable x holomorphe à l'*extérieur *d'un contour* C'; *on a, en désignant par x et x_0 deux points situés à l'extérieur de ce contour,*

$$(2) \qquad f(x) = f(x_0) + \frac{1}{2\pi i}\int_{C'}\left(\frac{1}{x-\xi} - \frac{1}{x_0-\xi}\right)f(\xi)\,d\xi,$$

l'intégrale étant prise le long du contour C'.

» II. Supposons que la courbe C tracée sur un feuillet de la surface de Riemann soit un cercle dont le centre se trouve au point analytique (a, b). On conclut alors, de l'équation (1), que la fonction $f(x, y)$ est développable en une série de la forme

$$(3) \qquad f(x, y) = f(x_0, y_0) + \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu Z^{(\nu)}(a, b),$$

où les coefficients A_ν sont indépendants de (x, y), et où l'on désigne par $Z^{(\nu)}(a, b)$ ce que devient la dérivée $\frac{d^\nu Z(\xi, \eta)}{d\xi^\nu}$ quand on y remplace (ξ, η) par (a, b). La série (3) est convergente en tous les points analytiques (x, y) représentés par des points de la surface de Riemann situés à l'extérieur du cercle C.

» Cette proposition est analogue au théorème de Cauchy sur le développement en série ordonnée suivant les puissances de $(x - \alpha)$ d'une fonction holomorphe dans l'intérieur d'un cercle de centre α. Pour le montrer, il suffit de remarquer que ce théorème de Cauchy peut être énoncé ainsi : *Une fonction $f(x)$ d'une variable x holomorphe à l'*extérieur *d'un cercle de centre a est représentée par la série*

$$(4) \qquad f(x) = f(x_0) + \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu\left[\frac{d^\nu}{d\xi^\nu}\left(\frac{1}{x-\xi} - \frac{1}{x_0-\xi}\right)\right]_{\xi=a},$$

convergente en tous les points extérieurs au cercle considéré.

» Les coefficients A_ν de la série (3) vérifient les p relations

$$(5) \qquad \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} A_\nu \varphi_i^{(\nu)}(a, b) = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

les notations étant les mêmes que dans une Note précédente du 13 mars 1882.

» III. La démonstration de ces théorèmes, leur extension au cas où la courbe C serait formée de plusieurs arcs de cercle et leur application aux fonctions doublement périodiques seront données dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je me borne à faire remarquer ici que les propositions sur les fonctions uniformes doublement périodiques contenues dans le premier paragraphe de ma Note du 3 avril 1882 sont des cas particuliers des théorèmes que je viens d'indiquer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. H. **Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans l'étude des fonctions fuchsiennes, j'ai envisagé des séries de la forme suivante :

$$\sum \mathrm{H}\left(\frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right)(\gamma_i z + \delta_i)^{-2m} = \Theta(z), \tag{1}$$

où $\mathrm{H}(z)$ est l'algorithme d'une fonction rationnelle, où $\left(z, \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right)$ sont les différentes substitutions du groupe fuchsien envisagé, et où m est un entier plus grand que 1.

» J'ai démontré que (pour une même valeur de m) le quotient de deux de ces séries est une fonction fuchsienne. Réciproquement, on peut se demander si toute fonction fuchsienne peut s'exprimer par un pareil quotient. Cette question se ramène à la suivante. J'ai dit déjà que toutes les fonctions fuchsiennes ayant même groupe peuvent s'exprimer rationnellement à l'aide de deux d'entre elles, que j'appelle x et y, et entre lesquelles il y a une relation algébrique, de sorte que toute série de la forme (1) peut être égalée à une expression telle que

$$\left(\frac{dx}{dz}\right)^m \mathrm{F}(x, y), \tag{2}$$

où $\mathrm{F}(x, y)$ est l'algorithme d'une fonction rationnelle.

» Réciproquement, toute fonction telle que (2) peut-elle être mise sous la forme (1)? Pour fixer les idées, je supposerai qu'il s'agit d'une de ces familles de fonctions fuchsiennes qui n'existent qu'à l'intérieur du cercle fondamental. Nous trouvons d'abord aisément que, pour pouvoir être mise sous la forme (1), l'expression (2) doit s'annuler quand z vient en un des sommets de la deuxième catégorie du polygone R_0.

» *Supposons une fois pour toutes cette condition remplie.*

» Les fonctions telles que (2) peuvent ou bien admettre des infinis (nous dirons alors qu'elles sont de la première espèce), ou bien n'en pas admettre, auquel cas elles seront de la deuxième espèce. De même, les séries telles que (1) seront (sauf des cas exceptionnels que nous laisserons de côté) de la première espèce, et auront des infinis si $H(z)$ a des pôles à l'intérieur du cercle fondamental. Dans le cas contraire, elle sera de la deuxième espèce et n'aura pas d'infini.

» Je dis d'abord que toute expression de la forme (2) et de la deuxième espèce peut être égalée à une série de la forme (1) et de la deuxième espèce. En effet, on démontre que toutes les expressions de la forme (2) de la deuxième espèce peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de p d'entre elles, p étant un nombre entier facile à déterminer. Le théorème énoncé sera donc démontré si j'établis qu'il est possible de mettre sous la forme (1) p expressions telles que (2) *linéairement indépendantes entre elles*. Or, dire que cela est impossible, ce serait dire que toutes les séries (1) de la deuxième espèce peuvent s'exprimer linéairement à l'aide de $p-1$ d'entre elles. Mais je dis qu'il n'en est pas ainsi.

» En effet, supposons que toutes les séries (1) de la deuxième espèce s'expriment linéairement à l'aide de $p-1$ d'entre elles, que j'appellerai Θ_1, Θ_2, ..., Θ_{p-1}. Soient z_1, z_2, ..., z_p p points choisis *au hasard* à l'intérieur du cercle fondamental. On pourra toujours trouver p nombres A_1, A_2, ..., A_p tels que l'on ait

$$\begin{aligned}
&A_1\Theta_1(z_1) + A_2\Theta_1(z_2) + \ldots + A_p\Theta_1(z_p) = 0,\\
&A_1\Theta_2(z_1) + A_2\Theta_2(z_2) + \ldots + A_p\Theta_2(z_p) = 0,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
&A_1\Theta_{p-1}(z_1) + A_2\Theta_{p-1}(z_2) + \ldots + A_p\Theta_{p-1}(z_p) = 0.
\end{aligned}$$

On aura alors

$$A_1\Theta(z_1) + A_2\Theta(z_2) + \ldots + A_p\Theta(z_p) = 0,$$

$\Theta(z)$ désignant une série quelconque de la forme (1) et de la deuxième espèce.

» Cela posé, considérons la fonction suivante :

$$\Phi(z, a) = \sum_i \frac{(\gamma_i a + \delta_i)^{-2m}}{\dfrac{\alpha_i a + \beta_i}{\varphi_i a + \delta_i}}.$$

» Soit $\left(z, \dfrac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right)$ une quelconque des substitutions de notre groupe

fuchsien, et posons

$$H(a) = \frac{(\gamma z + \delta)^{2m-1} - (\gamma a + \delta)^{2m-1}}{(z - a)(\gamma z + \delta)^{2m-2}(\gamma a + \delta)^{2m-1}}.$$

On aura identiquement

$$\Phi\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}, a\right) - (\gamma z + \delta)^{2-2m}\Phi(z, a) = \sum_i H\left(\frac{\alpha_i a + \beta_i}{\gamma_i a + \delta_i}\right)(\gamma_i a + \delta_i)^{-2m} = \Theta(a),$$

$\Theta(a)$ désignant une série (1) de la deuxième espèce, où a est regardée comme la variable indépendante. Si donc on pose

$$\Lambda(z) = A_1\Phi(z, z_1) + A_2\Phi(z, z_2) + \ldots + A_p\Phi(z, z_p),$$

on aura

$$\Lambda\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \gamma}\right) = (\gamma z + \delta)^{2-2m}\Lambda(z);$$

on en conclut que $\Lambda(z)$ est de la forme

$$(3) \qquad \left(\frac{dx}{dz}\right)^{1-m} F(x, y),$$

F étant rationnel. D'ailleurs l'expression (3) s'annule comme l'expression (2) quand z vient en un des sommets de la deuxième catégorie. Il serait donc possible de construire une fonction telle que (3), admettant p infinis, $z_1, z_2, \ldots, z_p$ *choisis arbitrairement* et n'en admettant pas d'autre. Or on démontre que cela ne se peut pas. Donc l'hypothèse faite au début est absurde. Donc toute expression (2) de la deuxième espèce peut se mettre sous la forme (1).

» Je dis maintenant que toute expression (2) de la première espèce peut se mettre sous la forme (1) (en supposant toujours qu'elle s'annule quand z vient en un sommet de la deuxième catégorie). En effet, on pourra toujours construire une série (1) ayant les mêmes infinis que l'expression (2), donnée avec les mêmes résidus. La différence de l'expression (2) donnée et de la série (1) ainsi formée sera une expression (2) de la deuxième espèce qui pourra se mettre sous la forme (1). Il en sera donc de même de l'expression (2) donnée.

» Il résulte de ce qui précède que toute fonction fuchsienne n'existant qu'à l'intérieur du cercle fondamental peut s'exprimer d'une infinité de manières par le quotient de deux séries de la forme (1). Des principes analogues sont applicables aux fonctions fuchsiennes qui existent dans tout le plan. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série pour développer les fonctions d'une variable.* Note de M. HALPHEN.

« La série dont il s'agit procède suivant des polynômes entiers, employés déjà par M. Tchebychef [1] et par M. Laguerre [2] pour former une série toute différente. Ces polynômes étaient connus d'Abel, comme en témoigne une Note dans la récente édition de ses Œuvres [3]. Voici leur définition générale :

$$P_n(x) = \frac{e^x}{1.2\ldots n}\frac{d^n}{dx^n}(x^n e^{-x})$$
$$= 1 - \frac{n}{1^2}x + \frac{n(n-1)}{(1.2)^2}x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{(1.2.3)^2}x^3 - \ldots.$$

J'en fais usage pour développer une fonction ainsi :

$$(1)\quad f(x) = A_1 + A_2 P_1\left(\frac{x}{2\beta}\right) + A_3 P_2\left(\frac{x}{3\beta}\right) + \ldots + A_n P_{n-1}\left(\frac{x}{n\beta}\right) + \ldots,$$

β étant une arbitraire, et les coefficients A_n indépendants de x. Ces coefficients se déterminent par la formule

$$(2)\qquad A_n = \frac{1}{1.2\ldots n}\int_0^\infty f(n\beta x)\frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}(x^n e^{-x})dx.$$

La fonction f n'y figure que sous un signe d'intégration. Néanmoins la série ne saurait représenter une fonction discontinue. Elle ne s'applique non plus à aucune fonction algébrique, hormis les polynômes entiers, ni aux transcendantes les plus usuelles, comme l'exponentielle ou le logarithme.

» *Pour que la série* (1) *s'applique à une fonction* $f(x)$, *il faut et il suffit qu'il existe des nombres* α *rendant infiniment petit le produit* $1.2.3\ldots m.\alpha^m f^{(m)}(x)$ *pour* m *infiniment grand.*

» *Si* α *peut être pris au delà de toute limite,* β *est entièrement arbitraire; dans le cas opposé,* β *doit être choisi entre certaines limites. Dans les deux cas, les formules* (1), (2) *sont exactes, quel que soit* x.

» Comme exemple du premier cas, citons, après les polynômes entiers,

---

(1) *Mélanges math. et astron.*, t. II, p. 182; Saint-Pétersbourg, 1859.

(2) *Bulletin de la Société math.*, t. VII, p. 72.

(3) T. II, p. 284.

la fonction $e^{\sqrt[3]{x}} + e^{\omega\sqrt[3]{x}} + e^{\theta\sqrt[3]{x}}$, où ω et θ sont les racines cubiques imaginaires de l'unité; et, du second cas, la fonction $e^{\sqrt{x}} + e^{-\sqrt{x}}$, pour laquelle le maximum de α est égal à 4.

» Il me suffira, pour la démonstration, d'indiquer les points suivants :

» 1° La fonction $P_{n-1}\left(\frac{x}{n\beta}\right)$ a une limite finie pour n infini. En conséquence, une série de la forme (1), à coefficients donnés, exige, pour sa convergence, une condition nécessaire et suffisante: la convergence de la série $A_1 + A_2 + A_3 + \ldots$. Cette condition satisfaite, la série (1) converge, quel que soit x, et représente une fonction *entière* $f(x)$.

» 2° En même temps que la série (1), converge cette autre

$$(3) \qquad \varphi(x) = A_1 + A_2\left(1 - \frac{x}{2\beta}\right) + A_3\left(1 - \frac{x}{3\beta}\right)^2 + \ldots + A_n\left(1 - \frac{x}{n\beta}\right)^{n-1} + \ldots,$$

et la fonction $\varphi(x)$ peut se représenter ainsi

$$\varphi(x) = \int_0^\infty f(tx)e^{-t}dt.$$

» La série (3) appartient à une classe dont j'ai déjà fait l'étude [1]. Les résultats acquis donnent la preuve immédiate de la formule (2) et de la proposition énoncée.

» Voici maintenant la circonstance singulière qu'offre la série (1). Prenons une fonction $f(x)$ qui ne puisse pas être représentée par cette série, et calculons les coefficients A par la formule (2). Le plus souvent, la série converge; elle représente alors une fonction différente.

» Je vais citer quatre exemples, où je fais $\beta = 1$.

» 1° Prenons la fonction discontinue $f(x) = 1$ pour x compris entre zéro et le nombre positif a, et $f(x) = 0$ pour x supérieur à a. De là résultent, pour le coefficient, l'expression exacte

$$A_n = \frac{1}{n^2 . 1 . 2 \ldots n} \frac{d^{n-2}}{da^{n-2}}\left(a^n e^{-\frac{a}{n}}\right)$$

et l'expression asymptotique $\frac{a^2}{2n^2}$. Donc la série (1) converge, sans représenter $f(x)$.

---

[1] *Sur une série d'Abel* (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1003, et *Bulletin de la Société math.*, t. X, p. 67).

» 2° $f(x) = x^{\mu}$. Cette supposition donne

$$\frac{x^{\mu}}{\Gamma(\mu+2)} = 1 - \frac{\mu}{1} 2^{\mu-1} P_1\left(\frac{x}{2}\right) + \frac{\mu(\mu-1)}{1.2} 3^{\mu-1} P_2\left(\frac{x}{3}\right) - \frac{\mu(\mu-1)(\mu-2)}{1.2.3} 4^{\mu-1} P_3\left(\frac{x}{4}\right) \cdots,$$

formule exacte dans le seul cas où μ est réel et positif. Néanmoins, dans tous les cas, la série converge, le coefficient de rang n ayant l'expression asymptotique $\frac{e^{\mu}}{\Gamma(-\mu)} \frac{1}{n}$.

» 3° $f(x) = \log x$. On trouve, C étant la constante d'Euler,

$$F(x) = 1 - C - \frac{1}{1.2} P_1\left(\frac{x}{2}\right) - \frac{1}{2.3} P_2\left(\frac{x}{3}\right) - \frac{1}{3.4} P_3\left(\frac{x}{4}\right) \cdots,$$

série convergente qui ne représente pas le logarithme.

» 4° $f(x) = e^{-zx}$, la partie réelle de z étant supposée positive. On obtient

$$\Phi(x, z) = \frac{1}{(1+z)^2} + \frac{2z}{(1+2z)^3} P_1\left(\frac{x}{2}\right) + \cdots + \frac{(nz)^{n-1}}{(1+nz)^{n+1}} P_{n-1}\left(\frac{x}{n}\right) \cdots.$$

Le coefficient général a pour expression asymptotique $\frac{e^{-\frac{1}{z}}}{n^2 z^2}$. La fonction $\Phi(x, z)$ définie par cette série, quels que soient x et z, est essentiellement différente de e^{-zx}, comme le montre sa composition relativement à z.

» Notre série, comme on voit, est d'une nature particulièrement décevante; c'est par là, je pense, qu'elle doit fixer un instant l'attention ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le baromètre à gravité.* Note de M. **Mascart**.

« Dans une précédente Communication (séance du 17 juillet 1882), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie la description d'un appareil dans lequel les variations de la pesanteur peuvent être mises en évidence et mesurées par les changements de hauteur de la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression d'une masse de gaz; cette méthode présenterait par sa simplicité de grands avantages dans les explorations scientifiques.

» J'ai mis à profit dernièrement une excursion, malheureusement trop courte, dans les pays du Nord, pour vérifier par expérience si l'instrument possède bien la sensibilité que l'on peut en espérer, et surtout s'il est capable de résister aux secousses de toute nature auxquelles il serait exposé

dans les voyages; à ce point de vue, les différents modes de transport auxquels on est obligé d'avoir recours pour aller dans le nord de la Norwège ne laissent rien à désirer.

» Les observations ont été faites à Paris, Hambourg, Copenhague, Stockholm, Drontheim et Tromsö; mais celles de Copenhague, par suite d'un accident, n'ont pas pu être utilisées pour la suite des comparaisons.

» Le calcul de ces observations ne présente aucune difficulté. Si l'on désigne par g_0 l'accélération dans une des stations prise comme point de départ et par g la valeur qu'elle atteint dans une autre station, on déduit directement des lectures et des dimensions de l'appareil le quotient $\frac{g_0 - g}{g}$, lequel est proportionnel au coefficient de dilatation du gaz employé.

» La loi suivant laquelle varie la gravité au niveau de la mer, au moins comme première approximation, depuis l'équateur jusqu'au pôle, permet de comparer ces résultats avec ceux qu'indiquerait la théorie. On peut ainsi évaluer, soit l'erreur relative $\frac{dg}{g}$ commise sur la valeur de l'accélération, soit l'erreur correspondante dl sur la longueur du pendule à seconde, ou l'erreur dn sur le nombre des oscillations pendant vingt-quatre heures.

» J'ai obtenu ainsi, pour les quatre stations comparées à celle de Paris,

	$\frac{dg}{g}$.	dl.	dn.
		mm	s
Hambourg..........	— 0,00003	— 0,03	+ 1,2
Stockholm..........	— 0,00003	— 0,03	+ 1,1
Drontheim	— 0,00024	— 0,25	+ 10,6
Tromsö............	— 0,00007	— 0,07	+ 3,1

» Je ne veux pas insister sur les valeurs numériques de ces comparaisons, parce que l'appareil était seulement un premier essai grossièrement construit, qui présentait des défauts manifestes, faciles à corriger. D'ailleurs je n'avais pas assez de temps pour donner à chacune des séries d'observations les soins qui seraient nécessaires si l'on voulait en obtenir des nombres définitifs; cependant les erreurs de 1^s à 3^s par jour sont déjà de l'ordre de celles que l'on commet dans la plupart des observations faites avec un pendule. Le nombre relatif à Drontheim est plus éloigné de la théorie; mais, en dehors de l'erreur que l'on doit attribuer à une expérience faite trop rapidement, il peut exister une perturbation locale, car les observations du pendule ont déjà donné pour cette station une variation de même sens, il est vrai, moitié moindre.

» La seule conséquence que je désire tirer de cette épreuve, c'est que le baromètre à gravité est facilement transportable, et que la précision qu'il comporte ne paraît pas inférieure à celle que donnerait l'emploi du pendule. Il n'exige d'ailleurs aucune autre observation que celle du niveau du mercure et de la température, et l'installation peut être faite en moins d'une heure dans une chambre d'hôtel. Il peut donc rendre beaucoup de services, surtout dans les cas très nombreux où le voyageur ne dispose ni de son temps, ni des ressources qu'exigeraient l'usage et l'installation d'instruments astronomiques.

» Cet appareil est encore susceptible d'autres applications, sur lesquelles je me propose de revenir. »

ÉLECTRICITÉ. — *Transmission du travail à grande distance, sur une ligne télégraphique ordinaire.* Note de M. M. DEPREZ.

« Le Comité électrotechnique de l'Exposition d'électricité de Munich m'ayant demandé de répéter sur une ligne télégraphique les expériences de transmission de force, que j'avais déjà faites à travers de grandes résistances, j'ai dû faire transporter, à Munich et à Miesbach, les machines à fil fin, qui m'avaient servi jusqu'alors dans mes expériences de laboratoire.

» La ligne télégraphique mise à ma disposition par l'Administration des lignes télégraphiques allemandes a une longueur de 57^{km}. Le fil conducteur est en fer galvanisé de $4^{mm},5$ de diamètre, et comme, par mesure de prudence, je n'ai pas cru devoir employer la terre, j'ai dû demander l'autorisation d'employer un fil de retour identique au premier. La longueur totale de la ligne parcourue par le contact est donc de 114^{km}, et sa résistance mesurée, de 950^{ohms}. L'isolement est bon, mais ne diffère en rien de celui qui est universellement employé sur toutes les lignes télégraphiques. Les deux machines, situées l'une à Miesbach, l'autre à Munich, sont absolument identiques et présentent chacune une résistance de 470^{ohms}.

» La résistance totale du circuit est donc de près de 1900^{ohms}.

» Dans la première expérience qui ait été faite, on a obtenu immédiatement, à Munich, un travail, mesuré au frein, de 38^{kgm} par seconde (soit $\frac{1}{2}$ cheval) avec une vitesse de 1500 tours par minute. La machine génératrice, située à Miesbach, tournait à la vitesse de 2200 tours. Les deux machines étant identiques, le rapport du travail récupéré à Munich au travail dépensé à Miesbach était, abstraction faite des résistances passives de

toute nature, égal à $\frac{1500}{2200}$, soit plus de 60 pour 100. Les machines employées sont du modèle Gramme dit *type d'atelier*, modifié suivant mes calculs.

» Une forte pluie est tombée pendant presque toute la durée des expériences (¹).

» La machine réceptrice sert actuellement à alimenter une cascade de 1^m de largeur et de 3^m de hauteur, au moyen d'une pompe centrifuge.

» Les collecteurs des deux machines présentent des étincelles à peine visibles. L'échauffement des machines est à peine appréciable après deux heures de marche. »

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode thermoscopique pour la détermination de l'ohm.* Note de M. G. Lippmann.

« On se rappelle que M. Joule (²) a employé une méthode calorimétrique pour la détermination de l'ohm. La méthode que nous allons décrire ne diffère de celle de cet éminent physicien qu'en ce qu'elle n'exige pas que l'on mesure des quantités de chaleur, ni que l'on connaisse l'équivalent mécanique de la chaleur E. Ce dernier point n'est pas sans intérêt; car, dans la méthode calorimétrique de M. Joule, l'approximation finale est limitée par l'incertitude qui existe actuellement sur la valeur exacte du nombre E, c'est-à-dire que l'erreur possible est voisine de $\frac{1}{100}$.

» Le fil dont on veut connaître la résistance électrique r est placé au milieu d'un vase disposé comme un calorimètre au milieu d'une enceinte à température constante. On fait passer dans ce fil un courant électrique dont on mesure l'intensité i. On attend que, grâce à la chaleur dégagée par le courant, le vase ait atteint une température stationnaire; on constate à loisir qu'il en est ainsi, en se servant d'un thermomètre, ou plutôt d'un *thermoscope* sensible, plongé dans le vase. Cela fait, on interrompt le courant; puis on met en mouvement un moteur qui produit un frottement au sein du vase qui contient déjà le fil métallique. La chaleur dégagée par le frottement se substitue à celle qui était tout à l'heure dégagée par le courant électrique. On fait en sorte que la température stationnaire reprenne la

(¹) Ces résultats ont paru assez remarquables pour que le Comité électrotechnique ait cru devoir les faire connaître, en substance, à l'Académie par un télégramme spécial : ce télégramme a été inséré au *Compte rendu* de la séance précédente.

(²) *Reports of the Committee*, etc., p. 175-190; Londres, 1873.

même valeur que précédemment. On a dès lors $ri^2 = T$, T étant le travail dépensé : d'où la valeur de r. Il est à peine nécessaire d'ajouter que l'appareil à frottement doit se trouver établi à poste fixe dans le vase qui le contient, lors même qu'il ne fonctionne pas encore, et qu'il doit être muni d'un des dispositifs connus, qui permettent de mesurer T; il est plus commode aussi, dans la pratique, de commencer par l'expérience de frottement, et de régler ensuite l'intensité i de manière à retrouver la même température stationnaire. Enfin il pourra être avantageux, pour les appareils de grande capacité, de remplacer l'observation de la température stationnaire par celle de la vitesse d'échauffement.

» Sous la forme que M. Joule avait été conduit à lui donner en 1867, la méthode calorimétrique du physicien anglais repose également sur la mesure de i et sur la mesure d'un travail mécanique, à savoir du travail que l'on produit lors de la détermination de E; et, de plus, elle implique deux mesures calorimétriques, destinées à s'éliminer mutuellement du résultat final : à savoir, la mesure calorimétrique qui accompagne la détermination de E et celle qui accompagne le passage du courant électrique; ces déterminations intermédiaires apportent leurs causes d'erreur et leurs corrections, dues aux imperfections des calorimètres qui servent à les faire. Nous nous en dispensons, en ayant soin de dépenser le travail T et l'énergie électrique ri^2 dans un même vase caloriscopique. La quantité de chaleur dégagée dans ce vase devient inutile à connaître, comme l'est le poids de la tare dans une double pesée; et l'avantage obtenu paraît analogue à celui qu'il y aurait à remplacer deux pesées simples successives, faites avec des balances différentes et des poids différents, par une double pesée de Borda. »

OPTIQUE. — *Sur la polarisation rotatoire du quartz.* Note de MM. **J.-L. Soret** et **Ed. Sarasin.**

« Depuis les premières Communications que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie sur la polarisation rotatoire du quartz (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 818, et t. LXXXIV, p. 1362), nous avons poursuivi nos recherches et fait de nouvelles séries d'observations.

» Une partie de ces dernières déterminations ont été effectuées par un procédé nouveau, ayant pour objet de rendre plus comparables entre elles les deux mesures que l'on prend comme point de départ, pour obtenir l'angle de rotation. Dans celle de ces mesures qui a pour but de déterminer le plan

de polarisation primitif, sans interposition de la plaque de quartz, on amène l'analyseur dans la position où tous les rayons du spectre sont simultanément éteints; dans la seconde mesure, lorsque le quartz est en place, on cherche à amener la coïncidence d'une bande obscure avec une raie du spectre, si l'on opère par la méthode de M. Broch (Fizeau et Foucault) ([1]). M. von Lang, qui a fait remarquer la possibilité d'une erreur provenant de cette diversité d'apparence, a proposé pour y remédier un procédé très ingénieux, mais qui serait difficilement applicable aux rayons ultra-violets. Nous en avons adopté un autre, dont voici le principe.

» Entre le polariseur et l'analyseur, on place un premier quartz, lévogyre par exemple, d'une épaisseur E; on amène une bande noire en coïncidence avec une raie du spectre; on note la position de l'analyseur. Puis, en laissant le premier quartz, on ajoute un second quartz de rotation inverse, dextrogyre par conséquent, et d'une épaisseur double 2E. L'apparence générale du spectre n'est absolument pas modifiée, les bandes d'interférence ont la même distance et la même largeur que précédemment; mais il y a eu rotation vers la droite de $2E\varphi$ degrés, φ désignant l'angle de rotation pour une épaisseur de 1^{mm}. On ramène une bande noire sur la même raie : de l'angle dont il a fallu tourner l'analyseur (en ajoutant un certain nombre de fois 180°), on déduit la valeur de φ.

» Les résultats auxquels nous sommes arrivés par cette méthode s'accordent avec ceux que nous avions obtenus précédemment.

» Voici le tableau des valeurs de l'angle de rotation, à la température de 20°, qui résultent de l'ensemble de nos mesures sur deux quartz : l'un de 30^{mm}, désigné sous le n° 2; l'autre de 60^{mm}, désigné sous le n° 4. On a mis entre crochets les chiffres se rapportant à des raies d'une mesure difficile et peu sûre, par exemple lorsqu'elles ne sont pas isolées et font partie d'un groupe plus ou moins complexe. Pour les autres raies, nous estimons que les mesures sont exactes à $0^\circ,3$ près de a à h, à $0^\circ,5$ de h à Q et à $0^\circ,1$ au delà de Q ([2]).

([1]) Lorsqu'on opère d'après la méthode de M. Mascart, il y a aussi, quoique à un moindre degré, une différence sensible dans l'apparence observée, suivant que le quartz est ou n'est pas en place; cela résulte de ce que la source de lumière n'est jamais rigoureusement monochromatique.

([2]) Ce tableau se rapproche beaucoup de ceux que nous avons précédemment donnés dans les *Comptes rendus* : il en diffère cependant, parce que nous avons adopté pour les longueurs d'onde dans l'ultra-violet les valeurs obtenues depuis par M. Cornu; par l'introduction dans les moyennes des chiffres des nouvelles séries d'observations; par quelques

Raies.	λ.	Angle de rotation à 20°. Quartz n° 2.	Quartz n° 4.	Raies.	λ.	Angle de rotation à 20°. Quartz n° 2.	Quartz n° 4.
A.....	760,4	[12°,668]	[12°,628]	N.....	358,18	[64°,459]	
a.....	718,36	14,304	14,298	Cd 10..	346,55	69,454	
B.....	686,71	15,746		O.....	344,06	70,587	70,588
C.....	656,21	17,318	17,307	Cd 11..	340,15	72,448	
D_2....	589,513	21,684	21,696	P.....	336,00	74,571	74,592
D_1....	588,912	21,727	21,724	Q.....	328,58	78,579	78,598
E.....	526,913	27,543	27,537	Cd 12..	324,70	[80,459]	
F.....	486,074	32,773	32,749	R.....	317,98	[84,972]	[84,991]
G.....	430,725	[42,604]	[42,568]	Cd 17..	274,67	121,052	121,063
h.....	410,12	47,481	47,492	Cd 18..	257,13	143,266	143,229
H....	396,81	[51,193]	[51,182]	Cd 23..	231,25	[190,426]	
K....	393,33	[52,155]		Cd 24..	226,45	201,824	201,770
L.....	381,96	[55,625]		Cd 25..	219,35	220,731	220,691
M....	372,62	58,894	58,876	Cd 26..	214,31	235,972	
Cd 9...	360,90	[63,628]	[63,229]				

» Nous avons précédemment signalé l'accord très approché des résultats de l'observation avec les résultats calculés par la formule de M. Boltzmann, réduite à ses deux premiers termes, si l'on ne sort pas des limites de réfrangibilité du spectre solaire, surtout si l'on ne dépasse pas la raie O dans l'ultra-violet. Pour calculer l'angle de rotation d'un rayon d'une longueur d'onde quelconque entre A et O, on peut donc se servir de cette formule, qui est la suivante :

$$\varphi = \frac{7,1082930}{10^6\lambda^2} + \frac{0,1477086}{10^{12}\lambda^4},$$

λ étant la longueur d'onde dans l'air, exprimée en millimètres.

» Pour les rayons d'une réfrangibilité plus grande que O, la formule devient inexacte, même lorsque, au lieu de deux, on prend trois ou quatre termes de la série, qui d'ailleurs manque de convergence.

» Si, dans cette expression, on substitue à λ, longueur d'onde dans l'air, la valeur l de la longueur d'onde dans le quartz $\left(l = \frac{\lambda}{n}, n \text{ étant l'indice de réfraction ordinaire}\right)$, on obtient une formule qui, réduite à deux termes, représente avec une certaine approximation la rotation observée dans toute

rectifications de peu d'importance, auxquelles nous avons été conduits dans la revision des résultats et des calculs.

l'étendue du spectre; cependant la concordance n'est pas complète et les écarts dépassent les erreurs d'observation. En prenant trois termes au lieu de deux, l'accord n'est pas meilleur. En ajoutant à la formule à deux termes un troisième terme Hl^2, la divergence est en général plus grande.

» Dans le cours de nos déterminations, nous avons reconnu que l'influence de la température sur la rotation n'est pas constante pour tous les rayons, comme on l'avait généralement admis, mais qu'elle croît avec la réfrangibilité. Pour la raie 24 du cadmium, la formule de correction entre 0° et 20° est

$$\varphi = \varphi_0(1 + 0,000179t).$$

Le coefficient est donc plus grand que le chiffre 0,000149, obtenu par différents observateurs comme coefficient moyen entre 0 et 100° pour la lumière de la soude, *a fortiori* plus grand que le coefficient entre 0 et 20° pour la même lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur les expériences faites pour déterminer la compressibilité du gaz azote.* Note de M. **E.-H. Amagat**. (Extrait.)

« Quelques-uns des auteurs qui, dans ces derniers temps, ont écrit sur le sujet en question, ont émis des assertions dont il me paraît facile d'établir l'inexactitude. Je crois devoir, dans cette Note, rétablir quelques faits, en indiquant les moyens employés et surtout les résultats obtenus.

» Je traiterai spécialement ici des expériences faites par M. Cailletet au puits de la Butte-aux-Cailles, et de celles que j'ai faites moi-même au puits de Verpilleux, à Saint-Étienne, mais non de l'ensemble des recherches que j'ai faites depuis, sur divers autres gaz et à diverses températures. Il me paraît important de bien préciser l'état de la question, alors que ces expériences ont été entreprises.

» On savait, par les expériences de Natterer, faites en 1854, que, lorsqu'on comprime de plus en plus de l'oxygène ou de l'azote, le produit pv de la pression par le volume, qui devrait être constant si la loi de Mariotte était observée, diminue d'abord, passe par un minimum, et croît ensuite indéfiniment. Au surplus, les expériences d'Andrews sur le point critique conduisent forcément à la même conclusion.

» En 1870, M. Cailletet a exécuté des expériences analogues à celles de Natterer et est arrivé à des résultats semblables; mais, dans ces expériences, de même que dans les précédentes, les pressions étaient mesurées par des

manomètres sur les indications desquels il règne de grandes incertitudes et qui ne pouvaient qu'indiquer le sens des résultats. M. Cailletet, sans citer Natterer ni Andrews, signale le fait capital du minimum du produit *pv*, le seul fait auquel pût conduire l'étude d'un seul gaz, à une température unique, à laquelle il n'est point liquéfiable.

» Dès lors, quand nous avons entrepris nos expériences, M. Cailletet et moi, il ne s'agissait point de trouver une loi, ou le sens d'un phénomène, mais bien de donner des résultats numériquement plus exacts que les résultats précédemment obtenus, de façon à permettre de graduer des manomètres à gaz comprimés et d'étudier ensuite au laboratoire les différentes questions qui nécessitent l'estimation exacte des pressions élevées. Pour arriver à ce but, il n'y avait qu'un moyen certain, c'était d'en revenir au manomètre à air libre; il fallait donc se décider à installer des colonnes de mercure d'une hauteur énorme, ce qui ne pouvait se faire qu'au moyen de tubes en fer. Je tiens à rappeler ici que, dans ma première Communication à l'Académie, j'ai scrupuleusement indiqué que les tubes de fer étirés avaient été employés par M. Cailletet, le premier, pour des usages analogues.

» Sans vouloir décrire de nouveau des expériences suffisamment connues, il est cependant indispensable de rappeler combien les procédés employés par M. Cailletet et par moi sont différents.

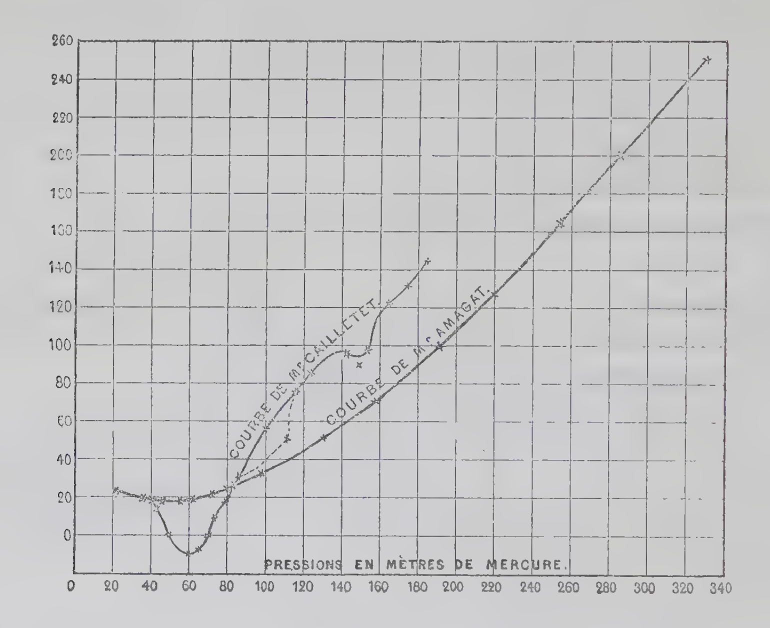
» M. Cailletet se procure une colonne de mercure de longueur variable, au moyen d'un tube de fer flexible, qu'on descend plus ou moins profondément dans un puits, au moyen d'un tambour sur lequel il est enroulé. J'opère, au contraire, avec un manomètre à air libre, fixé aux parois du puits.

» Dans l'appareil de M. Cailletet, le mercure descend par son propre poids, d'un réservoir situé à la partie supérieure. Dans le mien, le mercure est refoulé de bas en haut, par une pompe installée au fond du puits.

» Enfin, le piézomètre contenant le gaz est, dans l'appareil de M. Cailletet, renfermé complètement dans un cylindre de fer (tube-laboratoire) mobile à l'extrémité du tube qui se déroule; la lecture du volume occupé par le gaz s'y fait (après l'avoir ramené à la surface du sol et démonté) d'après la hauteur à laquelle le mercure a enlevé une couche d'or, déposée à l'intérieur de la tige. Le piézomètre de mon appareil est placé à côté de la pompe, à peu près comme dans les expériences de Regnault, et dans un manchon de verre traversé par un courant d'eau, de sorte que les lectures de volume et de température s'y font directement, avec un viseur.

» Tout est donc différent dans les deux méthodes, et j'ai lieu d'être péniblement surpris de voir certains auteurs imprimer que mes expériences ont été faites *par la méthode de M. Cailletet* et *avec des appareils tout à fait analogues*.

» Je passe maintenant aux résultats. Comme il ne s'agit ici que de résultats purement numériques, j'ai cru ne pouvoir mieux faire que de tracer les courbes fournies par les données de M. Cailletet et par les miennes. Ces courbes ont été construites, comme je le fais généralement, en portant sur l'axe des abscisses des longueurs proportionnelles aux pressions, et sur les ordonnées les valeurs correspondantes des produits pv. La courbe de



M. Cailletet a été construite directement, avec les nombres qu'il a publiés. J'ai multiplié tous mes résultats par un facteur constant, afin que les deux courbes aient la même ordonnée au point de départ de celle de M. Cailletet, qui correspond à une compression de 39^m de mercure. Pour diminuer la hauteur de la figure, j'ai supprimé la partie inférieure des ordonnées, qui est inutile, c'est-à-dire que j'ai transporté l'axe des abscisses parallèlement à lui-même, de manière à ne garder que la partie de la figure qui contient les courbes.

» Ces courbes sont, comme on le voit, absolument différentes ; entre 60^m et 180^m, la valeur du rapport $\frac{pv}{p'v'}$ serait égale à 0,848 d'après les résultats de

M. Cailletet, et à 0,909 d'après les miens. Cette différence correspond à une colonne de mercure de près de 13^{m} pour la pression supérieure.

» Les courbes, du reste, parlent assez d'elles-mêmes pour me dispenser d'entrer dans aucune considération relativement au degré d'exactitude que comportent les deux méthodes; on s'explique, en même temps, pourquoi M. Cailletet, qui avait à sa disposition un puits de 500^{m}, a arrêté ses essais à 180^{m}, alors que j'ai pu pousser mes expériences jusqu'à 330^{m} (soit 430^{atm}), hauteur totale du puits dont je disposais.

» Je me plais à reconnaître ce qu'il y a de nouveau dans le procédé de M. Cailletet; j'ajouterai même que la méthode que j'ai employée, sauf des changements considérables apportés aux diverses parties de l'appareil, revient, au fond, à celle qui avait été imaginée par Dulong et Arago, pour leurs célèbres expériences de la tour du Collège Henri IV. Mais il est bien certain, et les courbes qui précèdent en sont la preuve, que la méthode de M. Cailletet, si ingénieuse qu'elle soit, ne peut point fournir des résultats aussi sûrs et aussi concordants que ceux qu'on peut obtenir par celle que j'ai suivie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du bisulfure et du biséléniure d'étain*. Note de M. A. DITTE.

« Lorsqu'on fait agir des sulfures solubles sur les sulfures ou sur les séléniures d'étain, on peut obtenir, à l'état de cristaux parfaitement nets, des sels analogues aux stannates, mais dans lesquels l'oxygène est remplacé par du soufre ou par du sélénium.

» *Sulfostannate de potasse*, SnS^2, KS, 3HO. — Le protosulfure d'étain se dissout très facilement dans les polysulfures de potassium; en même temps, la liqueur se décolore : le protosulfure d'étain se change alors en bisulfure, qui s'unit au monosulfure de potassium pour former le sulfostannate de potasse. Mais ce sel peut être obtenu plus facilement de la façon que voici. On ajoute, à une solution concentrée et titrée de monosulfure de potassium, les poids de soufre et d'étain capables de s'y combiner pour former le sulfostannate et l'on fait bouillir : tout se dissout. Si l'on maintient un peu d'étain en excès, la liqueur filtrée, une fois la réaction terminée, contient du sulfostannate de potasse pur. La solution est jaune clair : concentrée à l'ébullition, elle dépose, en se refroidissant, de beaux prismes transparents, incolores, ou très faiblement jaunes; évaporée lentement dans le vide, elle se sursature avec une extrême facilité; puis, quand les cristaux se forment, ils

prennent naissance en plusieurs points de la liqueur et finissent par la remplir entièrement. Le sulfostannate de potasse est très soluble dans l'eau ; une grande quantité de ce liquide le décompose avec dépôt de bisulfure d'étain hydraté.

» *Séléniosulfostannate de potasse*, $SnSe^2$, KS, 3HO. — Si l'on remplace, dans l'opération précédente, le soufre par du sélénium, ce dernier se dissout en même temps que l'étain; si ces deux corps sont employés en excès, leur dissolution cesse de s'effectuer quand tout le monosulfure de potassium est passé à l'état de sel double. On obtient de la sorte une liqueur rouge grenat, qui, abandonnée dans le vide sec, dépose de petits octaèdres transparents très nets; ils ne tardent pas à s'accoler les uns aux autres, en donnant une masse cristalline déliquescente. Les cristaux, purifiés par deux cristallisations successives, sont des octaèdres jaune clair, très solubles dans l'eau, qu'ils colorent en rose ou en rouge selon que la liqueur est plus ou moins concentrée. Cette solution est altérable à l'air, en donnant de la potasse et un dépôt noir de sélénium cristallisés; les cristaux eux-mêmes sont décomposés par l'oxygène atmosphérique.

» *Séléniostannate de potasse*, $SnSe^2$, KSe, 3KO. — On l'obtient en saturant de biséléniure d'étain une solution de séléniure de potassium et évaporant la liqueur dans le vide. Les cristaux que l'on obtient sont encore plus altérables à l'air que les précédents. Comme eux, mais bien plus vite, ils perdent leur transparence, deviennent noirs à la surface, et, traités par une petite quantité d'eau, ils s'y dissolvent en laissant un résidu cristallin de sélénium.

» *Sulfostannate de soude*, SnS^2, NaS, 3HO. — Il s'obtient absolument comme le sel correspondant de potasse, et jouit de propriétés analogues. On prépare d'une manière tout à fait semblable le *séléniosulfostannate de soude*, $SnSe^2$ NaS, 3HO.

» *Sulfostannate d'ammoniaque*, $3SnS^2$, AzH^4S, 6HO. — Le biséléniure d'étain anhydre est très peu soluble dans le sulfhydrate d'ammoniaque, mais une solution de polysulfure d'ammonium attaque lentement, à la température ordinaire, les lames d'étain que l'on y plonge ; la réaction est plus rapide quand on chauffe, mais le sulfure alcalin se dégage en partie. La transformation du sulfure d'ammonium en présence de l'étain à froid n'est jamais complète; on obtient, quand la réaction cesse d'avoir lieu, une liqueur jaune qui, évaporée dans le vide en présence de potasse et d'acide sulfurique, perd de l'eau et du sulfhydrate d'ammoniaque, et finalement laisse des paillettes jaunes de sulfostannate d'ammoniaque, que l'eau décom-

pose en donnant un dépôt de bisulfure d'étain hydraté. Ces cristaux s'altèrent facilement, même dans le vide; ils perdent une partie de leur eau, en prenant une teinte violacée à la surface. Chauffés doucement, ils laissent dégager de l'eau, des vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque et enfin du soufre, tandis que l'étain reste à l'état de sulfure dans le résidu.

» *Séléniosulfostannate d'ammoniaque*, $3SnSe^2, AzH^4S, 3HO$. — Le biséléniure d'étain hydraté se dissout facilement à froid dans une solution concentrée de sulfhydrate d'ammoniaque; si l'on opère en présence d'un excès de biséléniure, la liqueur filtrée que l'on obtient est limpide, rouge et très altérable à l'air, avec dépôt de sélénium. Évaporée dans le vide audessus de potasse et d'acide sulfurique, elle perd de l'eau et du sulfure alcalin, et laisse de petites paillettes jaune rouge, encore plus altérables que les précédentes. Exposés dans le vide, ces cristaux perdent de l'eau et s'altèrent, en devenant violet foncé à la surface; l'eau les décompose, avec séparation de flocons rouges de biséléniure d'étain.

» Le tellure se dissout à l'ébullition dans les solutions cencentrées de sulfures alcalins; mais l'opération, effectuée en présence de lames d'étain, ne donne pas lieu à la formation de composés tellurés analogues à ceux qui ont été décrits plus haut; le tellure se dépose par refroidissement, sous la forme de feuilles de fougères, constituées par de petits rhomboèdres accolés les uns aux autres.

» *Sulfostannate de baryte*, $SnS^2, BaS, 8HO$. — Une solution bouillante de monosulfure de baryum dissout facilement le soufre, en donnant une liqueur qui attaque l'étain avec rapidité; la réaction ne cesse que lorsque tout le sulfure est transformé en sulfure double. On obtient ainsi une liqueur rougeâtre qui dépose, lorsqu'on l'évapore dans le vide, des cristaux transparents, jaune-citron, solubles dans l'eau froide, sans se décomposer; les acides étendus donnent immédiatement dans la solution un précipité jaune de bisulfure d'étain.

» *Sulfostannate de strontiane*, $SnS^2, SrS, 12HO$. — Il se produit dans les mêmes circonstances que celui de baryte. On peut aussi faire bouillir simplement de la strontiane, du soufre et de l'eau; la liqueur filtrée et rouge contient des polysulfures de strontium; bouillie avec un excès d'étain, elle en dissout une quantité notable et dépose en se refroidissant quelques aiguilles mal définies. La dissolution séparée de ces aiguilles est rouge foncé; elle abandonne, quand on l'évapore dans le vide, de gros prismes volumineux, transparents et incolores, quelquefois ternis à la surface par un peu de bisulfure d'étain qui se sépare en même temps qu'eux;

en les dissolvant dans l'eau froide, qui ne les altère pas, et filtrant la solution, on obtient un liquide incolore ou faiblement teinté de jaune, et celui-ci, évaporé dans le vide, donne de beaux cristaux de sulfostannate, transparents et tout à fait purs.

» *Sulfostannate de chaux*, $SnS^2, 2CaS, 14HO$. — Le polysulfure de calcium, qui provient de l'action du soufre sur un lait de chaux, dissout à l'ébullition des quantités d'étain considérables, et la liqueur dépose en refroidissant un mélange de soufre et de sulfure de calcium. Le liquide filtré, séparé de ce dépôt et évaporé dans le vide, laisse cristalliser du soufre et du sulfostannate de chaux. Ces cristaux, repris par l'eau froide, qui ne dissout pas le soufre, donnent une solution jaune rougeâtre; celle-ci, évaporée dans le vide, devient sirupeuse et finalement abandonne des cristaux transparents et brillants de sulfostannate de chaux. C'est un sel jaune-citron, soluble sans décomposition dans l'eau, et dont les propriétés sont très analogues à celles des autres sulfostannates précédemment décrits. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation des nitrates.* Note de MM. **Gayon** et **Dupetit**.

« Les belles recherches de MM. Schlœsing et Müntz ont établi que la nitrification, dans le sol et dans les liquides organiques, est due au développement de microbes aérobies.

» Certains faits, publiés par M. Boussingault, M. Schlœsing et d'autres observateurs, nous ont fait penser que la réaction inverse, la réduction des nitrates, était aussi un phénomène physiologique; nous avons cherché à confirmer cette hypothèse par des expériences dont nous prions l'Académie d'accueillir favorablement les premiers résultats.

» De l'eau d'égout, additionnée de nitrate de potasse à la dose de $0^{gr},020$ par litre, a été ensemencée avec de l'urine altérée; le nitrate a disparu peu à peu, et le liquide s'est rempli d'organismes microscopiques. Des cultures successives ont permis de produire la réduction de $0^{gr},100$ et même $0^{gr},200$ d'azotate de potasse par litre. Au delà de cette limite, l'eau d'égout cesse de convenir; mais, en la remplaçant par du bouillon de poule, neutralisé avec une dissolution étendue de potasse, on peut décomposer totalement jusqu'à 5 pour 100 et commencer la décomposition de 10 pour 100 de nitrate.

» Les microbes qui se développent dans ces circonstances sont bien la cause de la dénitrification; car, si l'on stérilise la semence par la chaleur, ou

si l'on ajoute au liquide, soit du chloroforme, soit du sulfate de cuivre, la solution reste limpide et l'azotate de potasse se conserve inaltéré.

» Les organismes dont il s'agit sont anaérobies; cultivés en grande surface et au contact de l'air atmosphérique, ils ne fonctionnent plus, ou du moins leur action est considérablement diminuée.

» La température la plus favorable est comprise entre 35° et 40°. La présence de matières organiques est nécessaire; aussi, le bouillon de poule vaut-il mieux que l'eau d'égout. Mais toutes les matières organiques ne conviennent pas également. Parmi celles que nous avons essayées : huile d'olive ou d'amandes douces, glycérine, glycol, sucre, alcools de la série grasse, tartrates, etc., le sucre, l'alcool ordinaire, et surtout l'alcool propylique, ont donné les meilleurs résultats. Il suffit, par exemple, d'ajouter trois ou quatre gouttes de ce dernier corps dans 100^{cc} d'un liquide où la dénitrification est suspendue, pour la provoquer de nouveau. Les huiles sont rapidement saponifiées.

» Deux substances ont présenté un intérêt particulier : ce sont l'acide phénique et l'acide salicylique. Employées aux doses d'ordinaire antiseptiques, et même à des doses plus élevées, non seulement elles n'ont pas empêché la vie du microbe réducteur, mais encore elles ont disparu complètement avec le nitrate, de la même façon que du sucre ou de l'alcool propylique. M. Müntz a bien voulu nous citer des faits qui confirment ce qui précède, du moins pour l'acide phénique; d'après ses observations, certains organismes le détruisent, même lorsqu'il existe à la dose de plusieurs grammes par litre.

» Lorsqu'on se place dans de bonnes conditions de température et de milieu, même avec des liquides artificiels, la décomposition des nitrates présente toutes les allures d'une fermentation énergique; elle est accompagnée d'un développement rapide de microbes, de bulles abondantes de gaz et de mousse épaisse. On transforme alors environ 1^{gr} de nitrate de potasse par litre et par jour.

» Le gaz qui se dégage est de l'azote pur, représentant une forte proportion de l'azote de nitrate; le reste forme de l'ammoniaque et peut-être des dérivés amidés de la matière organique employée; quant à l'oxygène, il forme de l'acide carbonique, qui reste dans la liqueur sous la forme de carbonate neutre ou de bicarbonate. Le rôle de la matière organique est donc de faire entrer dans de nouvelles combinaisons les produits de la fermentation du nitrate.

» Les azotates de soude, d'ammoniaque et de chaux fermentent de la même manière que l'azotate de potasse.

» L'ensemble de ces faits, que nous espérons accroître bientôt d'observations nouvelles sur la fermentation des nitrates avec production de protoxyde d'azote, de bioxyde d'azote ou de nitrites, servira sans nul doute à expliquer un certain nombre des phénomènes de la Chimie du sol, des engrais et des eaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur la transformation des amides en amines;* par M. **Baubigny**.

M. **Baubigny** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui le 22 mars 1880. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Lorsqu'on chauffe une amine primaire (éthylamine) ou secondaire (diéthylamine) avec un éther composé, tel que l'acétate de méthyle, on sait qu'il se produit, comme pour le cas de l'ammoniaque, une amide, et l'alcool de l'éther composé est mis en liberté. Ainsi l'éthylamine, chauffée avec de l'acétate de méthyle, donne l'éthylacétamide, et l'on a de l'alcool méthylique libre.

» Ces amides, qui toutes ne diffèrent du sel correspondant de l'amine génératrice que par *quatre* volumes de vapeur d'eau, peuvent aussi s'obtenir dans nombre de cas en chauffant l'acide avec la base (c'est ce qui se fait avec l'aniline et l'acide acétique), ou, comme dans le cas de l'acétate d'ammoniaque, par simple distillation.

» Inversement, ces amides sont susceptibles, par différents moyens, de fixer *quatre* volumes de vapeur d'eau et de régénérer le sel primitif.

» Or l'expérience m'a appris que ces mêmes amides sont aussi capables de fixer *quatre* volumes de vapeur d'alcool, et il en résulte que le sel régénéré est le sel primitif où l'amine est remplacée par une amine substituée, dérivée de l'alcool employé. Ainsi l'acétamide chauffée avec de l'alcool éthylique donne de l'acétate d'éthylamine, et l'éthylacétamide donne de l'acétate de diéthylamine.

» La réaction est générale; elle a lieu avec les alcools méthylique, éthylique, amylique, et aussi les alcools aromatiques, benzylique par exemple.

» Les acides acétique, valérique et même benzoïque ont été observés.

» Mais à cette étude, faite avec des acides monoatomiques (alcools, acides ou bases), s'est bornée mon observation. Si le sens *général* de la réaction doit rester le même, il est à prévoir, toutefois, que des corps polyvalents introduiront de nouveaux résultats. Je me borne à ce simple énoncé.

» Le résultat de fixation de 4^{vol} de vapeur d'alcool sur une amide s'obtient par le seul fait de la température, supérieure à celle nécessaire pour former une amide.

» Cette observation m'a conduit à étudier si l'on ne pourrait produire, dans la même opération, l'amide, puis l'amine composée, en chauffant à plus haute température.

» L'expérience a été affirmative, de sorte qu'en chauffant du benzoate d'ammoniaque avec de l'alcool éthylique, ou de l'ammoniaque en solution alcoolique avec de l'éther benzoïque, on arrive au même résultat qu'en chauffant la benzamide avec de l'alcool éthylique. Il se forme de la benzamide par élimination d'eau, et ensuite du benzoate d'éthylamine par réaction de l'alcool en portant quelques heures à température supérieure.

» Qu'on chauffe un mélange d'aniline ou phénylamine avec de l'acide acétique cristallisable et de l'alcool méthylique, on observe le même phénomène : il se forme successivement de la phénylacétamide et de l'eau, puis, par action de l'alcool, de la méthylaniline et de l'acide acétique, l'acétate de la base étant peu stable.

» Mais ce fait même de génération indique que la réaction peut se répéter; de sorte que, dans le premier cas, avec le benzoate d'éthylamine et l'alcool restant, on a une seconde phase produisant le benzoate de diéthylamine, et une troisième engendrant le benzoate de triéthylamine. Avec l'aniline, on a de même, successivement, acétanilide, méthylaniline, méthylacétanilide et diméthylaniline.

» Ces bases tertiaires formées, la réaction est achevée, car elles ne sont plus susceptibles, comme on le sait depuis longtemps, de former des amides.

» On ne constatera donc point la formation d'ammoniums, et en cela la réaction diffère essentiellement du procédé qui consiste à former des amines composées par l'action des chlorures, bromures, iodures alcooliques sur les amines. Non seulement le mode d'action chimique, en tant que procédé de substitution, est différent dans les deux cas, mais la limite est différente.

» Il va de soi que le produit final peut ne renfermer que l'amine ter-

tiaire ou un mélange des différentes amines : cela dépend de la quantité relative d'alcool et du temps de chauffe.

» Ce fait m'a conduit à voir si, en faisant agir sur l'acétamide le phénol, qui quelquefois se comporte comme un alcool, on ne pourrait avoir de la phénylamine. La méthode des réactions colorées, si sensible pour ces genres de recherches, ne m'a pas permis de constater la moindre formation d'aniline après huit heures de chauffe à 300°.

» Enfin on conçoit que, si l'on peut obtenir des amines à l'aide des amides par la fixation de 4^{vol} de vapeur d'alcool, on a tout lieu d'espérer que les cyanures dérivant des amides, par nouvelle perte de 4^{vol} de vapeur d'eau, doivent conduire aux mêmes résultats.

» Ainsi 4^{vol} de vapeur d'alcool fourniraient, par fixation sur la quantité correspondante de cyanure d'éthyle, de l'éthylpropylamide, et par fixation totale de 8^{vol}, du propionate de diéthylamine. Comme les cyanures forment des séries isomériques, on se trouve devant un champ de longues études. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire par la chaleur.* Note de M. N. MENSCHUTKIN, présentée par M. Wurtz.

« En étudiant l'éthérification des alcools tertiaires et de l'acide acétique (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XX), j'ai reconnu que, à 155°, elle ne procède pas régulièrement; la quantité d'éther formé est presque nulle, et il se forme des hydrocarbures éthyléniques. J'ai cru pouvoir rattacher la formation de ces derniers à la dissociation des éthers acétiques des alcools tertiaires à la température de l'expérience. Le travail présent était fait dans le but de contrôler la dernière supposition.

» Les essais furent exécutés avec l'éther acétylique de l'alcool amylique tertiaire, l'éthyldiméthylcarbinol $(C^2H^5)(CH^3)^2C(HO)$, éther préparé par l'action de l'anhydride acétique sur l'alcool nommé. Cet éther fut chauffé à une température constante, dans de petites ampoules en verre, scellées à l'appareil décrit dans le travail cité plus haut. Je donnerai ailleurs les précautions que l'on doit prendre pour obtenir des résultats concordants. On soumettait le contenu des tubes à l'analyse dans des intervalles de temps réguliers. La réaction étudiée étant exprimée par l'équation

$$C^2H^3(C^5H^{11})O^2 = C^5H^{10} + C^2H^4O^2,$$

on suivait la marche de décomposition de l'éther en dosant l'acide acétique, d'où l'on calculait la quantité centésimale d'éther décomposé.

» La série la plus complète, exécutée à 155°, est donnée dans le Tableau suivant :

Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Décomposé en quatre heures.	Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Décomposé en quatre heures.
4	1,45	1,45	52	61,68	13,50
8	2,23	0,78	56	74,51	12,83
12	2,44	0,21	60	82,70	8,19
16	3,72	1,28	64	85,07	2,37
20	3,91	0,19	72	89,16	2,04
24	7,23	3,32	76	92,02	2,86
28	10,87	3,64	80	95,18	3,16
32	14,67	3,80	84	94,93	
36	19,58	4,91	88	95,21	0,28
40	25,46	5,88	92	95,81	0,60
44	33,13	7,67	144	97,56	
48	48,18	15,05	216	96,61	

» Nous discuterons les résultats contenus dans ce Tableau, par rapport à la vitesse ainsi que par rapport à la limite de décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire.

» La répartition de la vitesse de décomposition est fort caractéristique. En consultant les troisièmes colonnes du Tableau, on voit que, jusqu'à vingt heures, la vitesse de décomposition, dans les intervalles égaux de quatre heures, est fort petite. Passé ce terme, la vitesse augmente très vite, et, à quarante-huit heures, la vitesse de décomposition atteint le maximum; ensuite la vitesse diminue et devient nulle vers quatre-vingt-dix heures. Pendant toute la durée de la décomposition, la température restait constante à 156°. Représentant graphiquement ces résultats, on aurait une courbe à deux courbures, concave et convexe, dont le point d'inflexion correspondrait à la vitesse maxima.

» La décomposition se trouve limitée, sans doute par la réaction antagoniste

$$C^5H^{10} + C^2H^4O^2 = C^2H^3(C^5H^{11}O^2).$$

» Cette réaction antagoniste n'est que fort petite, à en juger par la hau-

teur de la limite de décomposition, à 155°, que je déduis des expériences suivantes :

Heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
92	97,47
96	98,78
144	96,63 97,56
216	96,61 97,49

» La limite de décomposition, à 155°, serait, en moyenne, égale à 97,42 pour 100. Je rappelle que la limite de l'éthérification de l'alcool amylique tertiaire et de l'acide acétique, à 155°, fut trouvée égale à 2,53 pour 100.

» La température influe énormément sur la vitesse de décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire, comme le montre le Tableau suivant :

Température.	Temps en heures.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
155°	96	97,42
145	100	60,54
140	96	4,23

» Ainsi la vitesse de décomposition diminue quand on abaisse la température. A 125°, elle est à peine sensible : les données de cette série d'expériences sont contenues dans le Tableau suivant. La lenteur de décomposition oblige de compter le temps par journées.

Temps en jours.	Quantité centésimale d'éther décomposé.	Temps en jours.	Quantité centésimale d'éther décomposé.
6	2,06	22	7,02
10	3,70	27	8,00
12	5,64	37	9,52
17	6,89	46	11,24

» Le quarante-sixième jour, on a mis fin à l'expérience : la décomposition n'était que de 11 pour 100. A 100°, après vingt-deux jours, la décomposition n'était pas encore commencée.

» Je ne pouvais résoudre définitivement la question de savoir si la température influait sur la limite de décomposition. La lenteur de décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire m'a permis seulement à 145°

d'arriver à la limite; elle fut trouvée égale à 96, 59 pour 100, tandis qu'à 155° elle fut trouvée en moyenne égale à 97, 42 pour 100. Ces chiffres sont trop voisins pour permettre de conclure à la variation de la limite de décomposition avec la température.

» Les caractères que montre la décomposition de l'éther acétique d'amyle tertiaire sont résumés dans les propositions suivantes : 1° la décomposition n'a lieu qu'à des températures supérieures à 100°; 2° la décomposition commence et finit à la même température; 3° à mesure que la température est plus haute, on atteint plus vite le commencement de la décomposition; mais, dans les conditions les plus favorables, elle ne fut pas constatée avant deux heures d'action de la température; 4° quelle que soit la température à laquelle on opère la décomposition, la vitesse de décomposition est au début fort petite; elle augmente ensuite, atteint le maximum, puis, en diminuant, devient nulle; 5° à mesure que la température de l'expérience est plus haute, la vitesse de décomposition devient plus grande dans toutes les phases de la décomposition; 6° la décomposition est limitée.

» Dans la décomposition de l'acétate d'amyle tertiaire, on retrouve quelques caractères de la dissociation des composés organiques liquides, établis par les travaux de M. A. Wurtz; mais une comparaison détaillée entre ces genres de décomposition est rendue difficile, parce que les méthodes employées dans les deux cas sont complètement différentes. Je me propose de répéter les expériences de M. A. Wurtz sur la dissociation du bromure et de l'iodure d'amyle tertiaire, dans les mêmes conditions que ceux employés pour la décomposition de l'acétate d'amyle. D'autre part, j'étudierai la décomposition de ce dernier par la chaleur, sous la forme de vapeur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation de l'aurore boréale du 2 octobre 1882*, par M. E. Renou.

« Le 2 octobre au soir, une aurore boréale a été observée au parc de Saint-Maur par l'observateur de service, M. Simonet. De 7^h à 8^h, on voyait un grand arc traversant le ciel de l'est à l'ouest, à une hauteur qui atteignait, au N.-N.-W, 25° à 30° au-dessus de l'horizon. De temps en temps, de longs rayons s'élançaient de l'horizon N.-N.-W et s'élevaient jusqu'au voisinage du zénith; ils se montraient pendant peu de temps. L'arc et les rayons étaient blancs ou peu colorés.

» Les instruments magnétiques, à inscription photographique, récemment installés par M. Mascart à l'Observatoire du Parc, ont indiqué de

grandes perturbations; l'aiguille de déclinaison, qui a commencé à s'agiter dès le 1er au soir, a offert les plus grands mouvements le 2, de 7^h à 8^h du soir, pendant l'apparition de l'aurore boréale; il y a eu, à ce moment, une oscillation de 42′, cinq à six fois plus considérable que la variation diurne dans cette saison.

» Les autres appareils inscripteurs, pour la composante horizontale et pour la composante verticale de la force magnétique du globe, ont éprouvé des perturbations correspondantes.

» Le 6 octobre, de midi à 6^h du soir, les instruments ont encore accusé des oscillations très nettes, mais moins importantes que celles du 2. La pluie et le temps, couvert jusqu'à 11^h du soir, nous ont empêché de constater s'il y avait une aurore boréale [1].

» Des renseignements reçus au Bureau central météorologique, il résulte que M. Beens, contrôleur des douanes à Nantes, a observé dans cette ville l'aurore boréale du 2 octobre, vers 8^h du soir. En même temps, des courants électriques se manifestaient sur les lignes télégraphiques. Nous citerons, entre autres, les observations faites par M. le Directeur des Postes et Télégraphes de Grenoble, sur les fils de Paris-Grenoble et Lyon-Grenoble, le 2 octobre, de 7^h à 10^h du soir.

» L'aurore boréale a été observée dans un grand nombre de points de l'Europe. »

M. le Secrétaire perpétuel transmet, en outre, à l'Académie, sur ce même phénomène, les Communications suivantes :

« Évreux, 2 octobre 1882.

» Aujourd'hui 2 octobre, après une journée très chaude et très claire, j'ai aperçu, vers $7^h 30^m$ du soir, les manifestations d'une aurore boréale. Le ciel était entièrement découvert; on voyait vers l'étoile polaire une lueur assez intense, puis dans le même temps une plus forte encore sur le Bouvier, une autre sur Cassiopée, et enfin une quatrième sur β d'Andromède. Elles se trouvaient ainsi sur un grand cercle de la sphère céleste. Ces lueurs étaient fixes, pendant quelques minutes; puis elles s'affaiblissaient en un instant, disparaissaient ou reparaissaient tout à coup, et toujours sur les mêmes points du ciel, affectant la forme circulaire ou elliptique. Je n'ai vu aucun de ces rayons rectilignes qui se présentent assez fréquemment dans les aurores boréales.

---

(1) Depuis, nous n'avons à signaler qu'un orage considérable qui a éclaté subitement le 8 au soir, de 11^h à minuit, sans que rien l'indiquât d'avance; il a été accompagné d'une forte pluie, qui a fourni 6^{mm},6 d'eau, et suivi d'une magnifique journée, celle du 9 octobre, pendant laquelle le thermomètre a atteint 20°.

» $7^h 50^m$: il ne reste plus qu'une large lueur, dont le centre est entre la polaire α et β de la Grande Ourse.

» $8^h 10^m$: toute manifestation très apparente a disparu, cependant le ciel paraît clair vers le pôle.

» $9^h 15^m$: le ciel est découvert, aucune lueur n'est visible.

» Pendant quelques phases du phénomène et surtout vers $7^h 45^m$, la lumière émise était assez intense pour qu'il fût possible de lire l'heure d'une montre et pour distinguer la forme des objets environnants. Cette lueur était semblable à celle que donne l'étincelle électrique dans le vide imparfait. » H. DUBUS.

« Cherbourg, 4 octobre 1882.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie un dessin de l'aspect du ciel le 2 octobre courant, à $9^h 45^m$ du soir, à la fin de l'apparition de l'aurore boréale.

» On distinguait un magnifique segment lumineux, blanchâtre, d'un éclat plus de deux fois égal à celui de la voie lactée dans les environs du Cygne; la base s'étendait à l'horizon entre *a* du Bouvier et *a* de la Chèvre. Cette lumière était calme, et resta pendant assez longtemps sans offrir de lueur palpitante.

» De 9^h à $9^h 30^m$, plusieurs fuseaux de lumière, assez semblables à la queue d'une comète, traversèrent le segment lumineux en se détachant sur lui avec plus d'éclat et s'inclinant vers le nord-ouest. Quelques-uns même, en partant de l'horizon, s'allongeaient jusqu'à l'étoile polaire.

» Dans mon dessin, le rayon blanc qui part de l'horizon et va vers l'étoile polaire, en passant à droite des deux étoiles de la Grande Ourse, mit quelques secondes à peine à atteindre les étoiles δ et ε de cette constellation sans que le pivot changeât de place. En ce moment l'effet était splendide.

» Malheureusement la Lune apparut, et le phénomène ne tarda pas à disparaître.

» ED. LAMARRE. »

M. MAUMENÉ adresse les résultats de ses observations personnelles sur la production du phosphore noir.

Cette production a lieu, *presque toujours*, pour les premières gouttes de phosphore qui distillent dans un courant d'hydrogène (préparé par le zinc et l'acide sulfurique) : les gouttes suivantes restent incolores, et font disparaître la coloration des premières en les liquéfiant et se mêlant avec elles. L'acide carbonique ne donne pas lieu au même phénomène.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1882.

Origine des plantes cultivées; par Alph. de Candolle. Paris, Germer Baillière, 1883; in-8° relié.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1880-1881. Rouen, impr. E. Cagniard, 1882; in-8°.

Leçons de clinique chirurgicale, professées à l'hôpital Saint-Louis pendant les années 1877 *et* 1878; *par* M. le Dr Péan. Paris, Germer-Baillière, 1882; in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr Jaccoud, t. XXXIII; SE-ST. Paris, J.-B. Baillière, 1882; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. VII (2e fascicule). Bruxelles, H. Manceaux, 1882; in-8°.

Rapport présenté au Ministre des Travaux publics au nom de la Commission d'étude des moyens propres à prévenir les explosions du grisou. Paris, impr. du *Journal officiel,* 1882; br. in-8°. (Extrait du *Journal officiel* du 1er avril 1882.) [Présenté par M. Daubrée.]

Guide dans la collection de Météorites du Muséum d'Histoire naturelle. Paris, G. Masson, 1882; in-8° (Présenté par M. Daubrée.)

Préfecture de Police. Documents sur les falsifications des matières alimentaires et sur les travaux du Laboratoire municipal. Paris, impr. Municipale, 1882; in-4°. (Présenté par M. Wurtz.)

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Lettres; t. VII, 1er fascicule, année 1882. Montpellier, impr. Boehm, 1882; in-4°.